

(1)

L1 ANSWER 2 OF 2 WPINDEX COPYRIGHT 2006 THE THOMSON CORP on STN
AN 2003-108442 [10] WPINDEX
DNN N2003-086963

II. Laminated electrical double layer capacitor module for hybrid power supply
for vehicles, has separator provided between each electrode object
comprising electrode layers separated by collector foil.

DC V01

DA (ASAG) ASAHI GLASS CO LTD

DCYC 1

'I JP 2002353078 A 20021206 (200310)* 8 H01G009-155 <--

ADT JP 2002353078 A JP 2001-160782 20010529

'RAI JP 2001-160782 20010529

C ICM H01G009-155

ICS H01G009-26

BINARY DATA / SEKI060404001.TIF

AB JP2002353078 A UPAB: 20030211
NOVELTY - An element object (21) has several electrode objects separated
by the separators, and each electrode object has positive and negative
electrode layers interposed with collector foil. The foil is extended to
form strip-shaped edge, and is wound in opposing direction with respect to
the separators. The element objects are accommodated in electrically
connected element chambers to form a module.

USE - Laminated electrical double layer capacitor module for hybrid
power supply of vehicle, and for emergency power supply applications.

ADVANTAGE - The electrical double layer capacitor module with high
output density and energy density is provided.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a longitudinal
cross-sectional view of the laminated electrical double layer capacitor
module.

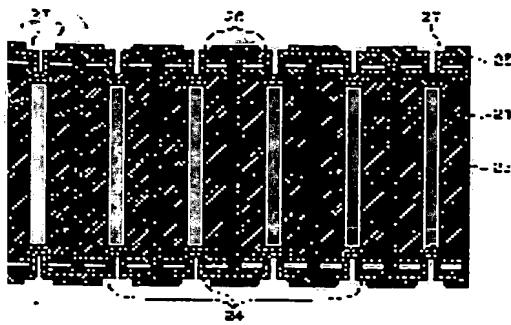
Element object 21

Dwg.7/10

S EPI

A AB; GI

IC EPI: V01-B01C; V01-B01D



(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(1)

(11)特許出願公開番号

特開2002-353078

(P 2 0 0 2 - 3 5 3 0 7 8 A)

(43)公開日 平成14年12月6日(2002.12.6)

(51)Int.CI.
H01G 9/155
9/26

識別記号

F I
H01G 9/00
301 J
521

マーク (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 3 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2001-160782(P 2001-160782)

(22)出願日 平成13年5月29日(2001.5.29)

(71)出願人 000000044
旭硝子株式会社
東京都千代田区有楽町一丁目12番1号
(72)発明者 平塚 和也
神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地
旭硝子株式会社内
(72)発明者 柏原 正巳
神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地
旭硝子株式会社内
(74)代理人 100105201
弁理士 椎名 正利

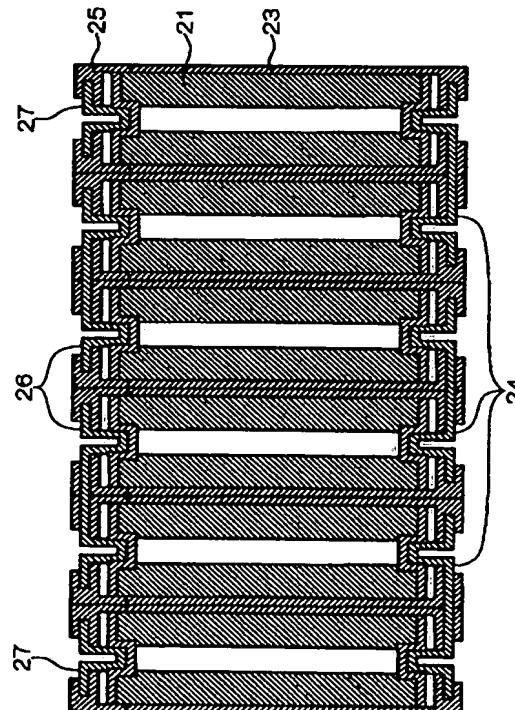
最終頁に続く

(54)【発明の名称】積層型電気二重層キャパシタモジュール

(57)【要約】

【課題】 体積(質量)当たりの出力密度およびエネルギー密度の高い積層型電気二重層キャパシタモジュールを提供する。

【解決手段】 端部帯状部16aを残して集電箔16上に電極層17を形成した電極体18を対向させ、間にセパレータ2を介在させる。それぞれの端部帯状部16aが互いに反対側にセパレータ2より突出するように捲回させ、その両端に集電板19をそれぞれ接合する。この円筒状の素子体21に非水系電解液が含浸され、互いに独立に仕切られた複数個の素子室22を有するモジュールケース本体23に収容されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 長尺状の集電板表面の長手方向の1辺の全長に沿った端部帶状部を残して高表面積材料からなる電極層が形成されてなり、互いに対向配置された正極および負極の電極体と、該電極体相互間で前記電極層同士を隔てるイオン透過性のセパレータと、前記正極および前記負極それぞれの電極体の前記端部帶状部とそれぞれ電気的に接続する正極集電板および負極集電板と、電解液と、前記正極の電極体と前記負極の電極体とは、前記端部帶状部が互いに反対側に前記セパレータより突出するように捲回されて柱状素子を形成し、該柱状素子の一端部に前記正極集電板が、および他端部に前記負極集電板が配置されて前記電極体、前記セパレータ、前記正極集電板および前記負極集電板によって一体構成される素子体を1つずつ収容保護する素子室が複数形成されたモジュールケースとを備え、複数の前記素子室にそれぞれ収容される複数の前記素子体は電気的に直列接続されていることを特徴とする積層型電気二重層キャパシタモジュール。

【請求項2】 前記モジュールケースは、前記素子室を備えるモジュールケース本体と、該モジュールケース本体を密閉するためのモジュールケース蓋体とからなり、前記素子室に収容される前記素子体の各集電板同士を電気的に直列結合するバスバーが前記モジュールケース本体および前記モジュールケース蓋体にそれぞれ一体に形成されている請求項1記載の積層型電気二重層キャパシタモジュール。

【請求項3】 複数の前記素子体は複数の前記素子室に並列に収容され、一つの前記素子体と隣り合う前記素子体の少なくとも一つは、前記一つの前記素子体と正極と負極の向きが逆となるように収容されており、当該二つの前記素子体は、前記バスバーにより、一方の前記素子体の正極集電板と他方の前記素子体の負極集電板とが電気的に接続されている請求項2記載の積層型電気二重層キャパシタモジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、積層型電気二重層キャパシタモジュールに関し、特に、体積当りあるいは質量当りの出力密度およびエネルギー密度の高い積層型電気二重層キャパシタモジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】 電気二重層キャパシタは、充放電サイクルによる長期的信頼性や出力密度の点で優れ、ハイブリッド電気自動車用電源や、非常電源用途に用いられつつある。これらの電源用途では、数百Vの高電圧が要求される。

【0003】 通常、電気二重層キャパシタの単体セルの作動電圧は、電解液が水溶液系では0.6~0.8V、非水溶液系では2.0~3.3Vであるため、これらの

単体セルを数十から数百個を直列接続した高圧電源モジュールとして使用される。

【0004】 この単体セルの構造としては、角型セルや円筒型セル等が一般的である。角型セルについては、図8に示すような、複数の平板状の正および負の極7A、7Bを交互にスタックして角型素子体とし、これを角型ケース11に収納したものである。

【0005】 各極7A、7Bからは、平板状のリード部8A、8Bがそれぞれ上方に延び、正極と負極に分けてリード結合部9A、9Bに束ねられている。リード結合部9A、9Bは、角型ケース11に貫通固定された正極および負極の端子10A、10Bと連結固定されている。

【0006】 また、円筒型セルについては、図9に示す如く、一対の長尺帯状の正および負の極1A、1Bと、その間に挟んだセパレータ2とを巻き上げて捲回素子を形成し、これを円筒ケース6に納めて構成されている。

【0007】 正および負の極1A、1Bの上端にはリード5A、5Bが接続され、これらリード5A、5Bは、封口絶縁板3に貫通固定されている正極および負極の端子4A、4Bにそれぞれ接続されている。このように構成された単体セル12…は、例えば図10に示すように、複数個を直列接続し、高圧電源モジュールとして構成する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、そのために、複数個の単体セル12…を一体的に固定するための堅牢な枠状のモジュール構造部材13と、単体セル12…相互間を直列電気接続するための多数の接続バスバー部材14…とを必要とした。

【0009】 したがって、高圧電源モジュールに仕上げた後では、モジュール化に要する重量増加と容積増加が大きく、高圧電源モジュール全体としては出力密度およびエネルギー密度が著しく低下する。すなわち、本来の電気二重層キャパシタのもつ出力密度の高さが損なわれ、かつエネルギー密度の低さがより際立ってしまうという課題があった。

【0010】 本発明は、上記の従来技術の問題点を解決し、体積当りあるいは質量当りの出力密度およびエネルギー密度の高い積層型電気二重層キャパシタモジュールを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】 このため本発明（請求項1）は、長尺状の集電板表面の長手方向の1辺の全長に沿った端部帶状部を残して高表面積材料からなる電極層が形成されてなり、互いに対向配置された正極および負極の電極体と、該電極体相互間で前記電極層同士を隔てるイオン透過性のセパレータと、前記正極および前記負極それぞれの電極体の前記端部帶状部とそれぞれ電気的に接続する正極集電板および負極集電板と、電解液と、

前記正極の電極体と前記負極の電極体とは、前記端部帶状部が互いに反対側に前記セパレータより突出するよう捲回されて柱状素子を形成し、該柱状素子の一端部に前記正極集電板が、および他端部に前記負極集電板が配置されて前記電極体、前記セパレータ、前記正極集電板および前記負極集電板によって一体構成される素子体を1つずつ収容保護する素子室が複数形成されたモジュールケースとを備え、複数の前記素子室にそれぞれ収容される複数の前記素子体は電気的に直列接続されていることを特徴とする。

【0012】電極体、セパレータおよび2つの集電板によって捲回構成の素子体が形成される。この素子体がそのままモジュールケースに収容される。また、素子体の両端の集電板がそれぞれ正極または負極の取り出し端子となるように、正極および負極の電極体は、集電箔の端部帶状部を互いに素子体の逆の端部に配置されるように構成されている。

【0013】したがって、簡易な構成の複数の素子体がモジュールケースによってそのままモジュール構成化される。すなわち、従来の1つの素子体を1つのセルケースに収容してなる単位セルの構成における複雑なリード部や堅固なセルケースが不要となる。

【0014】その結果、モジュールケースの小型化、軽量化が可能となるので、体積当たりあるいは質量当りの出力密度およびエネルギー密度が向上する。また、端部帶状部を介して電極層の全体から一様に集電されるので効率よく集電できる。

【0015】このように、本発明の積層型電気二重層キャパシタモジュールは、電気二重層キャパシタが本来持っている出力密度の高さという特徴を十分に生かすことが可能となるとともに、コストの低減を図ることができる。

【0016】また、本発明（請求項2）は、前記モジュールケースは、前記素子室を備えるモジュールケース本体と、該モジュールケース本体を密閉するためのモジュールケース蓋体とからなり、前記素子室に収容される前記素子体の各集電板同士を電気的に直列結合するバスバーが前記モジュールケース本体および前記モジュールケース蓋体にそれぞれ一体に形成されていることを特徴とする。

【0017】各素子室の素子体を相互接続するバスバーは、モジュールケースと一緒に簡易に構成することが可能となる。また、同時に、2以上の各素子体のイオン的短絡を防止、すなわち、2以上の各素子室間を電解液が移動することによる短絡（液絡）を簡易に防止することができる。

【0018】さらに、本発明（請求項3）は、複数の前記素子体は複数の前記素子室に並列に収容され、一つの前記素子体と隣り合う前記素子体の少なくとも一つは、前記一つの前記素子体と正極と負極の向きが逆となるよ

うに収容されており、当該二つの前記素子体は、前記バスバーにより、一方の前記素子体の正極集電板と他方の前記素子体の負極集電板とが電気的に接続されていることを特徴とする。

【0019】素子体の集電板が極性を有する構成の場合についても、素子体の方向性を規定することにより、直列接続された素子体による積層型電気二重層キャパシタモジュールを簡易かつコンパクトに構成することができる。

10 【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明する。本発明の実施形態に係る積層型電気二重層キャパシタモジュールを構成する各部材について、電極体18の詳細構成から説明する。電極体18の拡大斜視図を図1に示す。

【0021】図1において、正極または負極となる電極体18は、長尺状の金属製の集電箔16の両面にその長手方向に沿った端部帶状部16aを残した形で、高表面積材料からなる電極層17A、17Bが形成されている。

【0022】ここで用いる集電箔16は、正極側の電気化学耐食性に優れるものであれば特に限定されないが、加工性、軽量化の点でアルミニウム、アルミニウム合金、ステンレス鋼の箔材が好適である。

【0023】その厚みは強度が許容できる範囲で薄く設定され、通常20～100μmの範囲が好ましい。また電極層17A、17Bとの接合強度の向上、接合抵抗の低減を目的として、化学的、電気化学的もしくは機械的な表面的エッティング処理を施す場合が多い。

【0024】電極層17A、17Bが形成されていない端部帶状部16aは、外部との電気接合を取るためのものである。したがって、セル容量を高めるためには、なるべく狭い方が好ましく、2～5mm程度が望ましい。

【0025】電極層17A、17Bは、集電箔16の両面に電気二重層を形成し蓄電機能を果たす高表面積材料を塗工したもの、もしくは予め成形された薄膜シート状の電極シートからなり集電箔16に接合されている。

【0026】電極シートと集電箔16とを接合する場合は、通常、機械的圧接、導電性接着剤による接着方法が用いられる。電極体18を成形するためには、各種の有機系バインダ、特にポリテトラフルオロエチレン、ポリフッ化ビニリデン等のバインダが好適に用いられる。

【0027】電極層17A、17Bの形成のためには、若干のバインダ材料および電気伝導を補助するための若干の導電助剤が添加される。蓄電機能を果たす高比表面積材料は、比表面積100～3000m²/gの炭素質材料を主体として形成される。

【0028】具体的にはフェノール等の樹脂系、やしがら系、コークス系又はピッチ系の活性炭、及びカーボンナノチューブ、カーボンエアロゲル、ポリアセレン等が好

ましく使用でき、導電助剤としてはカーボンブラック、炭素短纖維、金属ファイバーが好適である。正極の電極層と負極の電極層は同じ材料で構成されていても、また、異なる材料で構成されていてもよい。

【0029】本発明において、電気二重層形成のための電解液としては非水電解液が好ましく、電解液中に含まれる溶質は、電気伝導性、溶媒に対する溶解度、電気化学的安定性の点で第4級オニウム塩が好ましい。

【0030】特に $R^1 R^2 R^3 R^4 N^+$ 又は $R^1 R^2 R^3 R^4 P^+$ (R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 はそれぞれ独立に炭素数1~6のアルキル基又は炭素数6~10のアリール基。)で表されるオニウムカチオンを有することが好ましく、特に前記カチオンと BF_4^- 、 PF_6^- 、 $CF_3SO_3^-$ 、 AsF_6^- 、 $N(SO_2CF_3)_2^-$ 、 ClO_4^- 等のアニオンとからなる塩が好ましい。

【0031】電解液中の上記オニウム塩の濃度は、電気二重層形成に必要なイオン量を確保し、充分な電気伝導性を得る目的から、0.5mol/L以上であることが好ましく、特に1.0mol/L以上であることが好ましい。

【0032】非水電解液に使用される有機溶媒としては、エチレンカーボネート、プロピレンカーボネート、ブチレンカーボネート等の環状カーボネート、ジメチルカーボネート、エチルメチルカーボネート、ジエチルカーボネート等の直鎖状カーボネート、スルホラン、スルホラン誘導体、及びアセトニトリル、グルタルニトリル等のニトリル類からなる群から選ばれる1種以上の溶媒が好ましい。また、非水電解液としてはアミシン系のイオン性液体即ち常温溶融塩を用いることもできる。

【0033】つぎに、セパレータ2について説明する。セパレータ2は、正極および負極の電極体18同士の間に介在されたイオン透過性を有する帶状の部材である。セパレータ2の材質は、特に限定されないが、電気絶縁性と電解液に対する化学的安定性、電解液の吸液量が多く保液性に優れる多孔質材料からなることが好ましい。

【0034】具体的には、ガラス纖維、シリカファイバ、アルミナファイバ、アスペスト、及びこれらのウィスカ等の無機纖維や、マニラ麻等の天然纖維、ポリオレフィン、ポリエステル等の合成ポリマー纖維等の有機纖維からなることが好ましい。また、それらを抄造したシート、延伸操作によって微孔を設けたマイクロポーラスフィルム等が好ましい。

【0035】つぎに、電極体18とセパレータ2の捲回構成について説明する。電極体18とセパレータ2の捲回構成の斜視図を図2に示す。図2において、長尺帶状のセパレータ2と長尺帶状の同一構成の正極および負極の電極体18(図のセパレータ2に隠されている)とを交互に配置して捲回する。

【0036】電極体18のそれぞれの端部帶状部16aは、セパレータ2の長手方向に沿って互いに反対側にセ

パレータ2より突出するように捲回されることにより捲回素子が形成される。この状態において、捲回素子の渦巻き様の両端面には正極および負極の端部帶状部16aがそれぞれ露出されている。

【0037】つぎに、集電板19について説明する。集電板19の平面図を図3(a)に、また、集電板19の断面図を図3(b)に示す。図3(a)および図3(b)において、金属製の集電板19の中央には、渦巻き様を呈する捲回素子の両端に位置決めするための嵌合部19aが突出されている。

【0038】電板19の形状は特に限定されるものではないが、捲回素子の端部から電解液の含浸を阻害しないよう、捲回素子端部に当接される集電板19の平面部分19bに切り欠き部20が形成されていることが好ましい。切り欠き部20は、あるいは同様の効果をもたらす穿孔や、平面部19bの一部に凹凸を設けることでも良い。

【0039】つぎに、素子体21の構成について説明する。素子体21の側面図を図4(a)に、また、素子体21の断面図を図4(b)に示す。図4(a)および図4(b)において、正極および負極の各電極体18およびセパレータ2が捲回構成され、その両端には集電板19がそれぞれ取り付けられている。

【0040】各集電板19に達するように、電極体18の端部帶状部16aがセパレータ2の端部より延出されている。端部帶状部16aは、正極および負極に分けて、すなわち、隣接する電極体18から交互に各集電板19に接続されている。

【0041】渦巻き状の端部帶状部16aと集電板19との接合方法には、機械的押し付け、導電性接着剤等による導電接着があるが、機械的、電気的に信頼性の高い溶接接合が好ましい。溶接法には、超音波溶接、YAG等のレーザー溶接、電子ビーム溶接法が好適に用いられる。集電板19は電気伝導性が高く、電気化学的耐食性が特に材質は限定されないが、アルミニウム、アルミニウム合金などが好ましい。

【0042】電極体18には電解液が含浸されることにより、両端の集電板19を正極及び負極の接続端子とする柱状の素子体21が構成される。

【0043】つぎに、素子体21を収容するモジュールケース本体23およびモジュールケース蓋体25について説明する。本発明におけるモジュールケース本体23の底面図を図5(a)に、およびその縦断面図を図5(b)に、また、本発明におけるモジュールケース蓋体25の平面図を図6(a)に、およびその縦断面図を図6(b)に示す。

【0044】図5および図6において、樹脂製のモジュールケース本体23およびモジュールケース蓋体25には、互いに独立に仕切られた複数個の素子室22…が形成されている。

【0045】モジュールケース本体23およびモジュールケース蓋体25に設けられる素子室の数は特に限定されるものではなく、用途によって要求されるモジュール電圧によって適宜決定されるが、通常2~10個程度が好ましい。

【0046】モジュールケース本体23およびモジュールケース蓋体25の材質は、電気絶縁性、機械的強度、水分遮断性、用いる非水電解液に対する耐性を考慮して適宜選択される。

【0047】通常の場合は、ポリオレフィン(PP、PE)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリバラフェニレンスルフィド(PPS)、ポリイミド、ポリアミドイミド等が好適である。また強度を上げるために無機ファイバー等のフィラーを混合したり、透湿防止のための表面処理を施してもよい。

【0048】また、キャパシタモジュールとして構成するために、モジュールケース蓋体25にはモジュール端子27が形成されている。さらに、各素子室22…に収納される素子体21…の正極および負極の各集電板19間を電気的に直列に接続する必要がある。

【0049】その手段は特に限定されるものではないが、素子体21…間に電気的に接続されるとともに素子体21…間においてイオン的な短絡がないようにする必要がある。

【0050】たとえば、よりコンパクトでかつ軽量のモジュールを提供するためには、予めモジュールケース本体23およびモジュールケース蓋体25内に一体的に装着された金属製のバスバー24、26によって複数の素子体21…を電気的に直列に接続し、かつ素子体21…間のイオン的な短絡を阻止する手段が構成されることが好ましい。

【0051】素子体21…間にイオン的な短絡がない状態、即ち素子体21…間に「液絡」がない状態でバスバー24、26をモジュールケース本体23あるいはモジュールケース蓋体25内に装填するための手段としてはモールド成形が好適である。

【0052】バスバー24、26の材質は、電気伝導性が高く、かつ、電気化学的耐食性があれば、特に材質は限定されない。例えば、アルミニウム、アルミニウム合金などが好ましい。バスバー24、26の配置は、直列接続のキャパシタモジュールを構成するために、隣接の2つの素子室22、22間に毎にモジュールケース本体23とモジュールケース蓋体25に交互に設けられる。

【0053】ここで、素子体21の正極の電極層と負極の電極層が同一構成である場合は、製造時に素子体21を素子室22に収容する向きを考慮する必要はなく、後から正極、負極を決定できる。しかし、電極層が極によって異なる構成である場合は、直列接続する素子体21、21同士は隣り合う素子室22、22に収容することが好ましい。

【0054】その一方の素子体21の正極の集電板がモジュールケース本体23の底面側に配置されているときは、この素子体21と直接に直列接続する素子体21の負極の集電板がモジュールケース本体23の底面側に来るようになる。

【0055】つぎに、本発明に係る積層型電気二重層キャパシタモジュールの全体構成について説明する。本発明の実施形態に係る積層電気二重層キャパシタモジュールの縦断面図を図7に示す。なお、図1~6と同一要素のものについては同一符号を付して説明は省略する。

【0056】図7において、円筒状の素子体21に非水電解液を十分含浸させた後、モジュールケース本体23の各素子室22…に収容する。さらにモジュールケース蓋体25によって密閉封口する。

【0057】このとき、バスバー24、26と集電板19…との間およびモジュール端子27と集電板19…との間は、電気的接合と同時に素子体21…の機械的固定処置がなされる。その方法としては相互間での機械的繋止が一般的であるが、レーザー溶接、電子ビーム溶接などの溶接手段を適用することもできる。

【0058】また、モジュールケース本体23とモジュールケース蓋体25との封口法としては、加熱溶融による融着、超音波融着、各種シール剤、ホットメルト、接着剤等による接着、パッキング部材による押圧封止などの方法が挙げられる。

【0059】このように、素子体21…、モジュールケース本体23およびモジュールケース蓋体25を電気的、機械的に一体化することにより、素子室22…と同数の素子体21…がモジュール端子27に電気的に直列接続された積層型電気二重層キャパシタモジュールが構成される。

【0060】

【発明の効果】本発明の積層電気二重層キャパシタモジュールは、電極体18と集電板19の特徴ある構成により、従来の単体セルのケース部材とモジュール構成部材およびセル間の接続バスバー部材の一体化を可能としたものである。

【0061】この一体化構成により、従来単体セルを直列接続して高圧電源モジュールとして構成するために要した多数のセル間接続バスバー部材と、複数個のセルを一体的に固定するための堅牢なモジュール構成部材が不要となる。

【0062】したがって、より軽量・コンパクトな積層型電気二重層キャパシタモジュールとができる、モジュール電源としての体積あるいは質量当りのエネルギー密度を高くすることできる。

【0063】同時に最終の積層型電気二重層キャパシタモジュールとするまでの工程が簡略化でき、部品数も少ないため、生産性にも優れ、かつコスト低減にも繋がるものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の素子体を構成する電極体の部分破断による斜視図

【図 2】 本発明の素子体の巻回構成を示す斜視図

【図 3】 本発明の素子体の集電板の平面図 (a) および断面図 (b)

【図 4】 本発明の素子体の構成を示す側面図 (a) および断面図 (b)

【図 5】 本発明におけるモジュールケース本体の底面図 (a) および縦断面図 (b)

【図 6】 本発明におけるモジュールケース蓋体の平面図 (a) および縦断面図 (b)

【図 7】 本発明に係る積層電気二重層キャパシタモジュールの縦断面図

【図 8】 従来の角型電気二重層キャパシタを一部破断して示す斜視図

【図 9】 従来の円筒型電気二重層キャパシタの断面を

一部分解して示す斜視図

【図 10】 従来の積層型電気二重層キャパシタモジュールの平面図 (a) および正面図 (b)

【符号の説明】

2 セパレータ

16a 端部帯状部

16 集電箔

17A、17B 電極層

18 電極体

10 19 集電板

20 切り欠き部

21 素子体

22 素子室

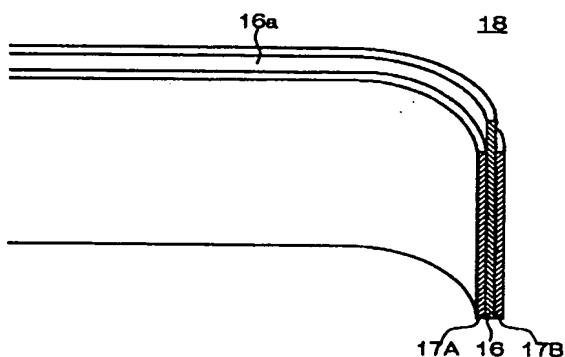
23 モジュールケース本体 (モジュールケース)

24、26 バスバー

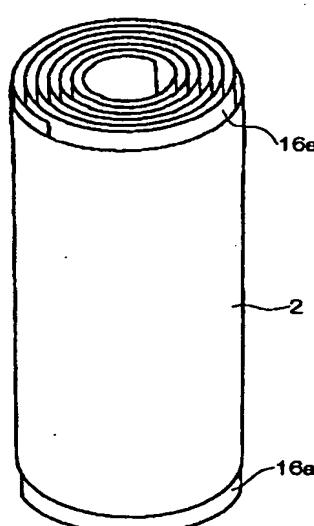
25 モジュールケース蓋体 (モジュールケース)

27 モジュール端子

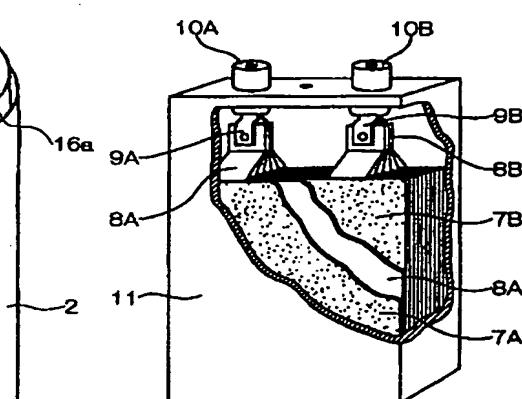
【図 1】



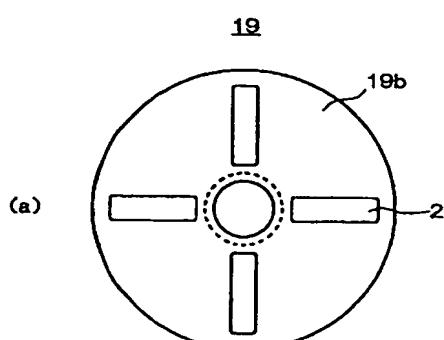
【図 2】



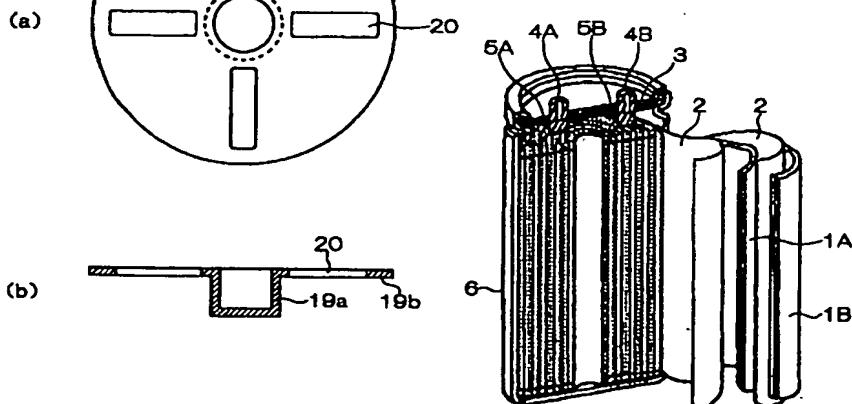
【図 8】



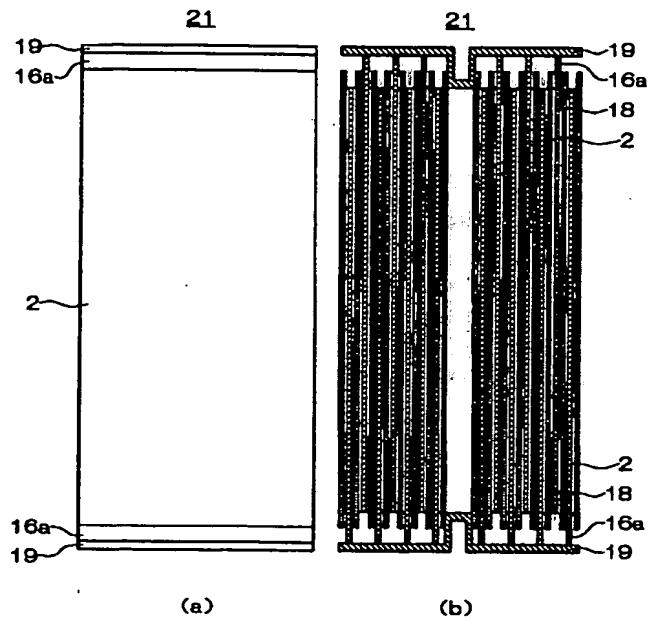
【図 3】



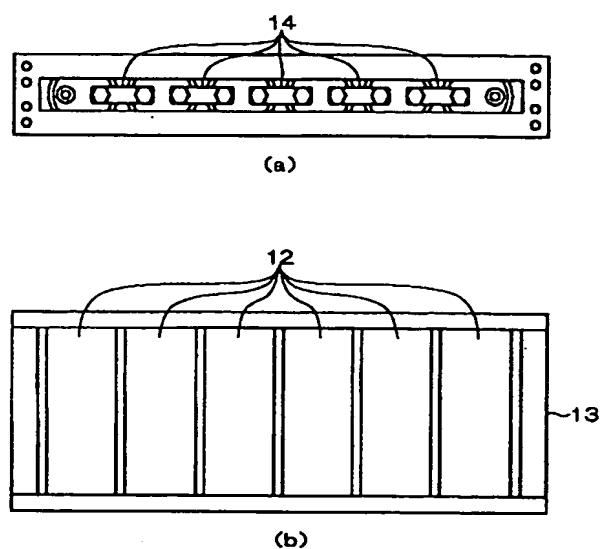
【図 9】



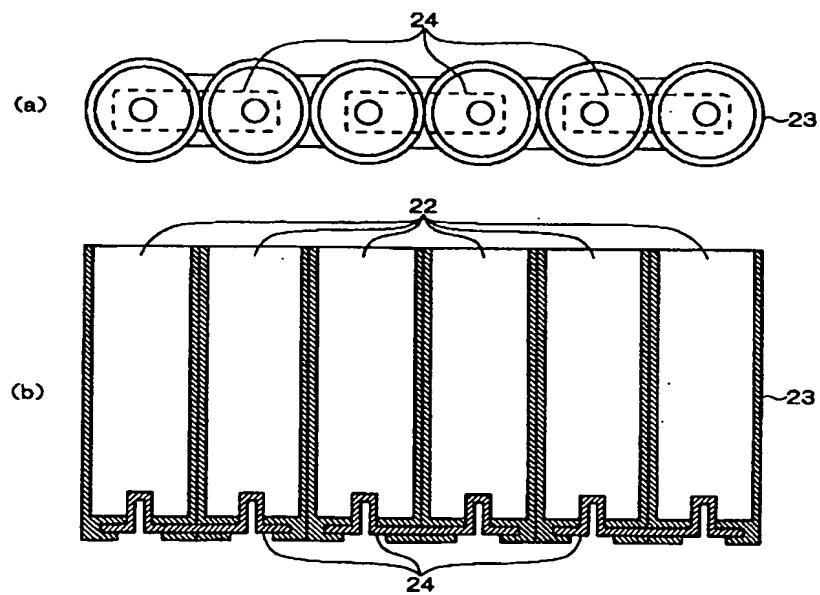
【図 4】



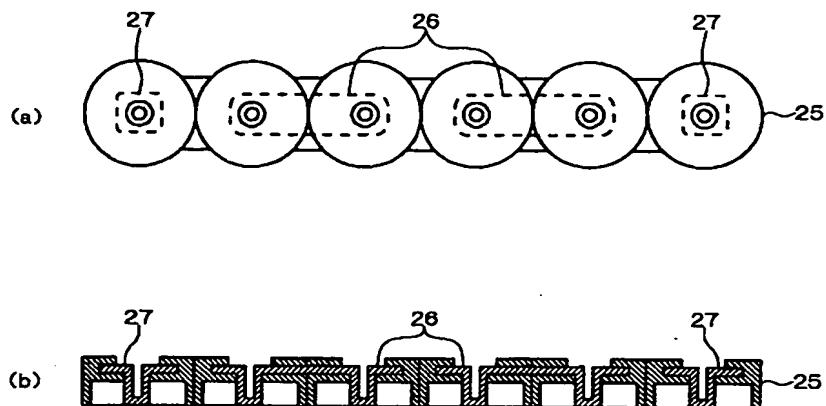
【図 10】



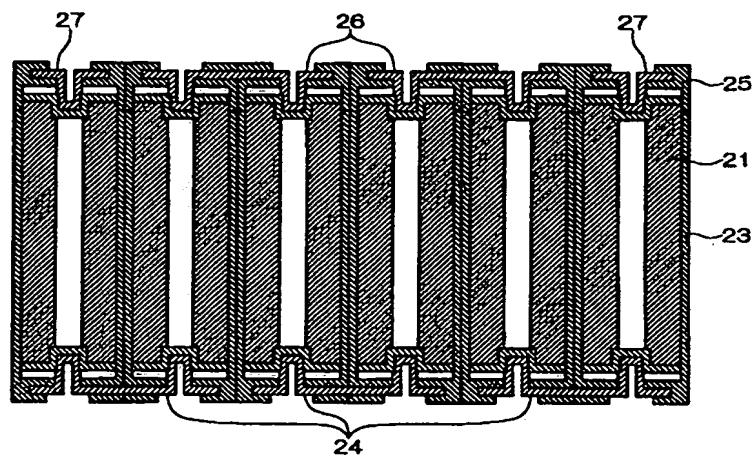
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 穂積 由浩

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地
旭硝子株式会社内